

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A
DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

VOZY SPECIFIKACE WRC
WRC SPECIFICATION CARS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JIŘÍ URBAN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RADIM DUNDÁLEK, Ph.D.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Urban Jiří

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vozy specifikace WRC

v anglickém jazyce:

WRC Specification Cars

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Osvojení základních pojmů zadaného tématu. Zamyšlení nad budoucností řešeného odvětví motoristického sportu.

Cíle bakalářské práce:

Přehledné uvedení zajímavých konstrukčních řešení, zvláštností a odlišností vozů specifikace WRC.

Seznam odborné literatury:

- [1] PAUER, Václav. Formule: historie techniky závodních vozů. 1. díl. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. 79 s.
- [2] MACKERLE, Julius. Motory závodních automobilů. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1980. 196 s.
- [3] WEISER, Zdeněk: Rally 2006. Brno: Nakladatelství Computer Press, 2006. 192 s.
- [4] VELÍMSKÝ, Dušan: Rally 2002: mistrovství světa automobilů. Vyd. 1. Brno : Tisdruck Velimský, 2002. 263 s.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Radim Dundálek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 22.10.2008

L.S.



prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

URBAN, J. *Vozy specifikace WRC*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 35 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radim Dundálek, Ph.D.

ABSTRAKT

V této bakalářské práci jsou uvedeny a stručně popsány nejdůležitější funkční části sportovního vozu specifikace WRC z hlediska konstrukčních řešení, zvláštností a odlišností od sériově vyráběného automobilu. Ten je primárně určen pro soutěžení v Mistrovství světa v rally pod záštitou Mezinárodní automobilové federace FIA. Nakonec je krátce nastíněn možný budoucí vývoj řešené kategorie motoristického sportu.

Klíčová slova

WRC, FIA, rally, diferenciál, sekvenční převodovka, turbodmychadlo, Mc Pherson, HANS

ABSTRACT

In this bachelor's thesis are introduced and briefly described the most important functional parts of WRC specification sport car in light of constructional solutions, specialities and differences from stock produced car. The car is primary designed for racing in World Rally Championship under the auspices of International Automobile Federation FIA. Finally is shortly outlined possible future evolution of this motorsport category.

Key words

WRC, FIA, rally, differential, sequence gear-box, turbocharger, Mc Pherson, HANS

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předloženou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím předložených materiálů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 29. 5. 2009

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Radimu Dundálkovi, Ph.D. za jeho cenné připomínky a spolupráci na zpracování bakalářské práce.

OBSAH

1.	Úvod.....	15
2.	Specifikace WRC dle pravidel FIA	16
3.	Historie.....	16
4.	Mistrovství světa v rally	18
5.	Motor	19
5.1	Turbodmychadlo	20
5.1.1	Anti-Lag systém.....	20
5.2	Funkce oleje.....	21
5.3	Palivo	22
6.	Podvozek.....	22
6.1	Zavěšení	22
6.2	Tlumiče	23
7.	Převodovka	23
7.1	Spojka	26
7.2	Diferenciály	26
8.	Brzdy.....	29
9.	Bezpečnost.....	30
9.1	Bezpečnostní rám.....	30
9.2	Přilba a HANS	30
10.	Pneumatiky	31
10.1	Pneumatiky na asfalt, do mokra a na šotolinu	31
10.2	Sněhové pneumatiky	32
10.3	Tlak v pneumatikách.....	32
11.	Budoucnost	33
12.	Závěr	34
13.	Seznam použitých zdrojů.....	35

1. Úvod

Vozy specifikace WRC jsou vrcholná kategorie mistrovství světa v rallyových soutěžích. Jsou vytvořeny tak, aby zdolaly rychlostní zkoušky na jakémkoliv povrchu v co nejkratším čase. To v sobě zahrnuje použití vysoce kvalitních novodobých materiálů, modelování a výpočty s využitím nemodernějších softwarů a obrovskou finanční náročnost, obdobně jako například ve Formuli 1. V současné době, kdy se z motosportu stahují automobilky vlivem finanční krize, je otázka šetření prioritou týmových manažerů.

Toto téma jsem si vybral, protože se o motosport zajímám všeobecně. Jak o klasickou rally, tak o Formuli 1, ale i o offroad maratony a cross country rally. Při volné chvíli navštívím dílnu známého českého offroadového týmu Offroadsport.CZ. Volna ale vzhledem ke studijnímu vytížení není mnoho. A pokud mám možnost, jdu se podívat na závody v blízkosti mého bydliště. Například Barum rally v okolí Zlína. Ostatní „nedosažitelné“ podniky sleduji v televizi nebo na internetu. Touto cestou bych chtěl spojit příjemné s užitečným, a tedy pracovat na tématu mě blízkém a při té příležitosti prohloubit své znalosti v této oblasti.

Cílem bakalářské práce je přehledné uvedení zajímavých konstrukčních řešení, zvláštností a odlišností vozů specifikace WRC.



Obr. 1 Citroën C4 WRC [6]

2. Specifikace WRC dle pravidel FIA

Mezinárodní automobilová federace FIA (Federation Internationale de l'Automobile) jako řídící orgán celosvětově reguluje a kontroluje rozličné kategorie motosportu včetně WRC. Skrze národní členské kluby tak zahrnuje a zároveň ovlivňuje miliony amatérů i profesionálů. Za své hlavní cíle si pak klade zlepšování bezpečnostních standardů, podporu zavádění nových pravidel a směrnic pro všechny formy motosportu a rozvoj motosportu na všech úrovních.

Specifikace "World Rally Car" je určena pro automobilové soutěže. Koncepce vozu musí vycházet ze sériově vyráběného modelu, kterého bylo vyrobeno minimálně 25000 kusů. Může být upraveno cca 20 oblastí, jako jsou například: motor, převodovka, brzdy.

Rozměry vozů jsou omezeny takto: Jejich minimální délka na 4000 mm. Maximální povolená šířka je 1770 mm. Rozchod kol může být maximálně 1550 mm a rozvor kol upraven v rozmezí ± 20 mm. Předepsaná je i minimální hmotnost a to 1230 kg.

Hlava a blok motoru musí vycházet ze standardního silničního vozu, ale jsou povoleny úpravy. Maximální objem motoru je daný na 2000 ccm se čtyřmi ventily na válec. Motory jsou přeplňovány turbodmychadlem a množství přivedeného vzduchu je omezeno restriktorem o průměru 34 mm. Maximální povolený výkon je 300 koní. Od roku 2007 jsou povoleny pouze pasivní diferenciály.

Pravidla povolují spoilery a různá jiná aerodynamická prvky, které na sériových vozech neuvidíte. Tyto prvky jsou navrženy tak, aby optimalizovaly aerodynamický odpor a usměrnily protékající vzduch jednak k součástem, které vyžadují chlazení (např. motor a brzdy), jednak k vytvoření přítlakové síly. Dále je vůz doplněn především z bezpečnostních důvodů o prostorový ocelový rám.

Výsledkem je, že vozy specifikace WRC zrychlí z nuly na 100 km/h za dobu okolo tří vteřin na jakémkoliv povrchu a umožňují jet na úzkých cestách řízeným smykem v rychlosti nad 200 km/h. Proto je můžeme považovat za "královny" rallyového sportu.

3. Historie

Použití výrazu „rally“ se dá najít už ve středověku, kdy to vyjadřovalo druh ceremoniálu rytířů. Ve skutečnosti vychází ze slovního spojení „re-ally“, což znamená: znovu se shromáždit pod vlajkou. V kontextu s motosportem se první rally uskutečnila v Monte Carlu v roce 1911. [16] Závodů se poté rozšířily nejprve po Evropě a nakonec po celém světě a dodnes lákají závodníky a diváky z mnoha zemí.

Přehled pořádání prvních ročníků slavných závodů:

1911 Rally Monte Carlo

1933 RAC (Royal Automobile Club) rally, dnes známá jako Welšská rally

1950 Švédská rally „Půlnočního slunce“

1951 Finská rally „Tisíce jezer“

1953 Řecká rally „Acropolis“

1956 Korsická rally

Historie mistrovství světa v rally (World Rally Championship) se začíná datovat v roce 1973, kdy FIA zorganizovala první třináctidílný seriál závodů.

V roce 1981 byl představen první vůz s pohonem všech čtyř kol automobilkou Audi. Kombinace motoru přeplňovaného turbodmychadlem a pohon všech čtyř kol se od té doby stala symbolem vrcholné úrovně rally.

V roce 1983 zavedla FIA nový systém klasifikace. Ten zahrnoval 4 skupiny: A, B, C a N. Skupina B byla stanovena jako mistrovská. Požadovala se výroba minimálně 200 vozů během dvanácti po sobě jdoucích měsíců. Omezená produkce umožnila výrobcům vytvořit vozy tak drahé, že by při větším objemu výroby byly neprodejně. Využití bylo jediné a to rally.

Znaky vozu skupiny B [9]:

- *Trubkový rám podvozku (velmi drahý)*
- *Motor umístěný uprostřed (většinou přeplňovaný)*
- *Nezávislé zavěšení kol (obvykle horní a dolní závěs mnohem lepší a více nastavitelný než současný McPherson design)*
- *Libovolně nastavitelné rozložení brzdné síly*

Je ale třeba vzít v úvahu, že současné vozy skupiny A a specifikace WRC jsou celkově dokonce rychlejší, než bývaly vozy skupiny B. Především kvůli technologickému pokroku v oblasti pneumatik, brzd, zavěšení, převodovky a řídicí jednotky motoru jsou vozy skupiny A rychlejší v zatáčkách, ale oproti skupině B ztrácejí na rovinkách. Výkon těchto fascinujících ale jinak křehkých supervozů vozů přesahoval někdy i 600 koňských sil, přičemž vážily méně než tunu. To vedlo k několika smrtelným nehodám. Proto přišel jejich konec.

V roce 1987 je nahradila skupina A. Vůz nové skupiny A musel vycházet ze silničního vozu o minimální produkci 5000 kusů, aby získal homologaci FIA. Později bylo toto číslo sníženo na 2500. Byla zavedena striktnější omezení úprav, ale požadavek na vysokou výkonnost zůstal. Tato nová pravidla donutila výrobce, aby začali vyrábět výkonnější vozy ve větším množství. Nemohly být tak drahé jako skupina B. V dnešní době se vzdáleně podobají silničním vozům, proto to má pozitivní marketingové dopady pro výrobce. Z řad evropských výrobců se ale kvůli tomu jeden po druhém postupně vytráceli z tohoto sportu. Na druhé straně začali slavit úspěchy japonští výrobci. Pozitivem bylo, že se všechna japonská auta stavěla v Evropě firmami jako Prodrive pro Subaru nebo RalliArt pro Mitsubishi. Toyota jako první japonská automobilka v roce 1993 vyhrála pohár konstruktérů. Subaru po té získalo 3 tituly za sebou v letech 1995 – 1997.

Většinu dnešních vozů skupiny A spojují tyto rysy [9]:

- *Pohon všech čtyř kol*
- *Dvoulitrový přeplňovaný motor omezený 34 milimetrovým restriktorem*
- *Motor umístěný vpředu (podélně nebo příčně uložený)*
- *Minimální hmotnost 1230 kg*
- *Aktivní diferenciály*

Vozy specifikace WRC vznikly na popud mezinárodní automobilové federace v roce 1997, aby přilákaly zpět do tohoto sportu více soutěžících. Jak těch, kteří dříve odešli především z důvodu neochoty akceptovat soudobé regule, tak nových. Éra těchto populárních vozů ovšem pomalu končí. Jejich cena a provozní náklady jsou extrémně vysoké. Budou proto nahrazeny levnější kategorií S2000. Pro sezonu 2010 budou

existovat obě kategorie bok po boku a od roku 2011 se novou královskou třídou stanou vozy na bázi S2000.

Následující tabulka 1 zobrazuje přehled mistrů světa v kategorii jezdců a konstruktérů od zavedení specifikace WRC. Za vyzdvížení stojí zisk pěti titulů Sébastiena Loeba a vytvoření nového rekordu v počtu vyhraných soutěží Mistrovství světa v rally (po čtyřech úvodních podnicích sezony 2009 jich má na kontě už 51), dále čtyři poháry konstruktérů pro Citroën a tři pro Peugeot.

Sezóna	Mistrovství světa jezdců		Pohár konstruktérů	
	Jezdec	Vůz	Výrobce	Vůz
2008	Sébastien Loeb	Citroën C4 WRC	Citroën	Citroën C4 WRC
2007	Sébastien Loeb	Citroën C4 WRC	Ford	Ford Focus WRC
2006	Sébastien Loeb	Citroën Xsara WRC	Ford	Ford Focus WRC
2005	Sébastien Loeb	Citroën Xsara WRC	Citroën	Citroën Xsara WRC
2004	Sébastien Loeb	Citroën Xsara WRC	Citroën	Citroën Xsara WRC
2003	Petter Solberg	Subaru Impreza WRC	Citroën	Citroën Xsara WRC
2002	Marcus Grönholm	Peugeot 206 WRC	Peugeot	Peugeot 206 WRC
2001	Richard Burns	Subaru Impreza WRC	Peugeot	Peugeot 206 WRC
2000	Marcus Grönholm	Peugeot 206 WRC	Peugeot	Peugeot 206 WRC
1999	Tommi Mäkinen	Mitsubishi Lancer Evolution	Toyota	Toyota Corolla WRC
1998	Tommi Mäkinen	Mitsubishi Lancer Evolution	Mitsubishi	Mitsubishi Lancer Evolution
1997	Tommi Mäkinen	Mitsubishi Lancer Evolution	Subaru	Subaru Impreza WRC

Tab. 1: Přehled mistrů světa v kategorii jezdců a konstruktérů od zavedení specifikace WRC [17]

4. Mistrovství světa v rally

V motoristickém sportu je vítězství v tomto odvětví jedním z nejprestižnějších a nejuznávanějších, společně s formulí 1. Závodí se o tituly jezdců, týmu případně značek v několika kategoriích na předem daném počtu závodů (např. v sezóně 2008 pro WRC konkrétně 15) a na různých druzích povrchu - sněhu, asfaltu či šotolině. Vyhrává ten, kdo za celý rok získá největší počet bodů z dílčích podniků dle této stupnice: vítěz 10 bodů, druhý v pořadí bodů 8 a dále 6-5-4-3-2-1.

Závodní týden začíná na pro jezdce a týmy už v pondělí, kdy až do středy probíhají seznamovací jízdy. Ty spočívají v projetí trati rychlostních zkoušek tréninkovým autem (se speciální bezpečnostní výbavou, ale za běžných pravidel silničního provozu na neuzavřené trati), během kterých si spolujezdec připravuje rozpis – tedy poznámky umožňující popsat jezdi trať na několik desítek metrů dopředu a upozornit na případné nebezpečí. Ve čtvrtek ráno následuje už seznámení se s aktuálními podmínkami v závodním voze (tzv. „shakedown“) a večer potom zahajovací ceremoniál.

Od pátku do neděle přicházejí na řadu závodní souboje s časem. Pro tento sport je charakteristické, že se posádky snaží o co nejrychlejší průjezd uzavřených, zabezpečených a měřených úseků (rychlostních zkoušek). Účastníci startují v přesných intervalech (zpravidla 2 minuty) za sebou, a proto každý závodník jede na trati sám, pokud nedostihne dalšího závodníka, nebo není sám předstižen jiným. Rychlostní zkoušky jsou propojeny tzv. přejezdy, na kterých musí jezdci dodržovat pravidla

silničního provozu. Místní policie si s oblibou vybírá taková místa jako stanoviště pro své radary.

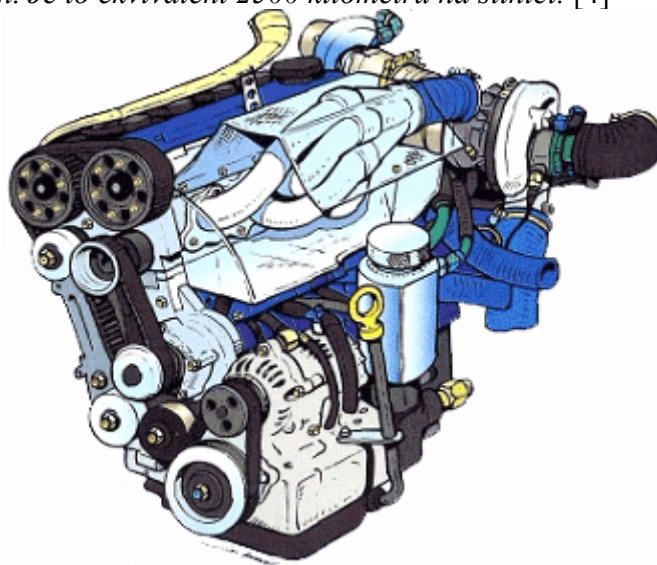
Po každé sérii rychlostních zkoušek navštěvují soutěžní auta servisní zónu. Tyto servisní zastávky mají stanovenou dobu trvání (obvykle 20 minut) a bývají dvě, někdy i tři za den. Na konci dne následuje tzv. „večerní servis“, který trvá 45 minut. Po něm jsou auta převezena do "Parc Fermé", neboli Uzavřeného parkoviště, kde přechkají noc. Další 20 - ti minutový servis je povolen ráno. Ten slouží k doplnění pohonných hmot a výměně pneumatik podle okamžitých povětrnostních podmínek a situace na trati.

Každý den jezdci takto najezdí okolo 400 kilometrů a zhruba třetina této vzdálenosti je překonávána v ostrém tempu. Délka jednotlivých rychlostních zkoušek se pohybuje v rozmezí 5 až 60 kilometrů a čas se jezdcům měří na každé z nich, s přesností na desetiny vteřiny. Časy dosažené v jednotlivých rychlostních zkouškách se sčítají a jezdec s nejnižším dosaženým časem za celé tři dny soutěže se stává vítězem.

5. Motor

Hnací silou celého vozu je samozřejmě motor. Ten podléhá přísným technickým normám a předpisům. Vychází z běžně vyráběného agregátu, je ovšem značně upraven. Blok motoru a hlavy válců jsou ze standardního motoru silničního vozu, ale kliková hřídel, ojnice, písty, vložky válců, ventily a vačková hřídel mohou být upraveny. Dovoluje se změnit jeho polohu maximálně o 20 mm oproti originální poloze a také upravit sací a výfukové potrubí. Je doplněn o turbodmychadlo dokonce, i když jím běžný motor vybaven není. Maximální výkon je stanoven na 300 koňských sil (221 kW). Toho je dosaženo umístěním restriktoru (clony) o průměru 34 mm, který musí být namontován před turbodmychadlem, aby omezoval množství nasávaného vzduchu.

Klíčovým faktorem snažení inženýrů je potom dosažení co možná nejvyšších hodnot výkonu a kroutícího momentu v co nejširším rozsahu otáček. Například tým Citroën má zvláštní skupinu, která se zabývá testy motorů. Ty zahrnují především kontrolou těsnosti oběhu kapalin, sledování, případně odstranění vibrací a optimalizaci křivky motoru. *Poslední částí každého testu je vždy zkouška odolnosti: 25 hodin nepřetržitého běhu motoru ve stolici, kdy jsou jeho otáčky zvyšovány a snižovány v pravidelných cyklech. Je to ekvivalent 2500 kilometrů na silnici.* [4]



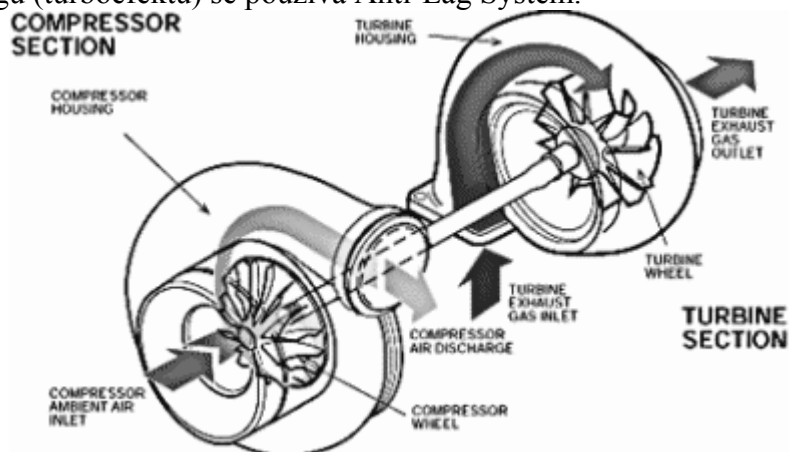
Obr. 2 Motor Fordu Focus WRC [15]

5.1 Turbodmychadlo

První turbodmychadlo sestrojil doktor Alfred Büchi v roce 1915. Další událostí, která výrazně posunula vývoj tohoto odvětví, byla druhá světová válka. Přepřehování se objevilo ve vojenských letadlech, kde bylo třeba stlačovat řídký vzduch a turbodmychadla se k tomu ideálně hodila. V 70. a 80. letech 20. století jejich využití vzrostlo a dodnes nacházejí své uplatnění nejen v motorsportu.

Princip fungování turbodmychadla je založen na zvýšení množství vzduchu a tím i paliva, které dokáže motor spálit. Využívá k tomu energii spalin motoru zpracovanou pomocí turbíny. Ta roztočí dmychadlo do otáček v řádu desítek až statisíců za minutu. Dmychadlo pak nasává čerstvý vzduch a přes filtr ho vtlačuje do válců. Nárůst tlaku se u vozů specifikace WRC pohybuje v rozmezí 4 – 5 barů. Pro srovnání u průměrného osobního vozu je tato hodnota maximálně 1 bar. Vysoké otáčky kladou důraz na precizní uložení.

Z uvedeného plyne, že aby turbodmychadlo správně plnilo svou funkci, musí mít dostatečnou hnací sílu od výfukových plynů. Když jezdec sundá nohu z plynu, turbínka se zpomaluje, a když opět plyn přidá, následuje časová prodleva, než se znovu roztočí na provozní otáčky a začne vtlačovat vzduch do válců. K odstranění tohoto nežádoucího tzv. Turbo Lagu (turboefektu) se používá Anti-Lag Systém.



Obr. 3 Princip fungování součástí turbodmychadla [10]

5.1.1 Anti-Lag systém

ALS funguje na základě spalování nespáleného paliva ve sběrném výfukovém potrubí a tím umožňuje zachování pracovních otáček turbodmychadla i po uvolnění plynového pedálu. Je to komplikovaný proces a je má jej na starosti řídicí jednotka motoru. Efekt systému ALS závisí na množství vzduchu přiváděného do motoru a je tím vyšší, čím více vzduchu se přivádí. Závodní verze ALS udrží v sacím potrubí tlak až 1,5 baru při ubraném plynu.

Tato funkce se dá použít i pomocí Blow-off ventilu, ten funguje tak, že odpouští hromadící se tlak mezi turbodmychadlem a škrticí klapkou ve chvíli, kdy sundáte nohu z plynu a řadíte další rychlost. Blow-off ventil tak chrání turbo před působením protitlaku a nadměrným zahříváním. U každého odpuštění stlačeného vzduchu je slyšet zvukový efekt. [11]

Jak ALS pracuje?

Jakmile dá jezdec nohu z plynu, změní se načasování zážehu a motor začne dostávat bohatší směs. Sací ventil zůstává lehce pootevřený a do motoru je stále přiváděn vzduch. Do spalovacího prostoru se tak dostává bohatá směs i přesto, že jezdec plyn nepřidává. Protože k zážehu nedojde hned, dostává se směs do výfukového potrubí téměř nespálená. Svíčka zažehne až v okamžiku, kdy se začíná otevírat výfukový ventil. Při kontaktu nespálené směsi s rozpáleným výfukovým potrubím dojde k explozi. Ta se odehraje v místě napojení turba a udrží ho v otáčkách.

Systém ALS má ale svá omezení a nevýhody:

- rychlý nárůst teploty turba, kdykoli je systém aktivován (dochází ke skoku z cca 800°C na cca 1100°C).
- velké napětí ve sběrném potrubí výfuku (při namontování tohoto systému do běžného auta byste s ním neujeli více než 50 - 100 kilometrů)
- motor je přepřehříván i při běhu na volnoběh
- exploze se ze sběrného potrubí dostává v podobě plamenů do výfukového potrubí (někdy možno pozorovat)
- snižuje možnost brzdění motorem [4]

5.2 Funkce oleje

I olej musí mít výjimečné vlastnosti stejně jako celý WRC motor. Za úkol má zajistit nejen dostatečné mazání ve všech režimech, ale také chlazení a čištění motoru.

- **Mazání:** Pro efektivní mazání za všech teplot a tlaků se musí na všech rotujících kovových součástech a jejich ložiscích permanentně udržovat slabý olejový film (klikovka, vačka). Totéž platí pro třecí plochy (písty), pevné části (vložky válců) a vahadla s ventily. Všechna ložiska v turbu (točí až 140 tisíc otáček!) musí mít také zaručen dostatečný přísun oleje.
- **Chlazení:** Motorový olej hraje také podstatnou roli v udržování optimální vnitřní teploty. Cirkuluje mezi těmi nejteplejšími částmi (ložiska turba - 140-150°C), uvnitř válců (více než 160-170°C) a přenáší odtud teplo zpět do olejového chladiče, kde se jeho teplota sníží asi na 100°C.
- **Čištění:** Olej prochází motorem a slouží také jako "čisticí agent". Díky speciálním aditivům sbírá obroušené mikročástičky a zanechává je ve speciálním filtru, který je schopen nepropustit mikroskopické nečistoty o velikosti 5 mikronů.

Olej zkrátka musí uspokojit celou škálu různorodých požadavků. Musí být co nejřidší, aby neovlivňoval nepříznivě výkon motoru, a musí být dostatečně viskózní i za velmi vysokých teplot. Zároveň nesmí absorbovat vzduch nebo jiné plyny, protože pak by vytvářel pěnovou emulzi, čímž by narostl jeho objem a tlačil by se z motoru ven. Čerpadlo by navíc do oběhu vhánělo směs olej-vzduch-plyny a narušení celistvosti vytvářeného filmu by rapidně vzrůstalo.

Motorové oleje soutěžních WRC speciálů mají opravdu těžkou práci a pro jejich výrobce slouží soutěžní auta (a závodní obecně) jako pojízdné laboratoře. Z výsledků věčných experimentů a snahy posunout jejich vlastnosti za hranice fyzikálních zákonů pak těžíme i my, běžní a každodenní všední jezdci, protože takto získané poznatky se postupně zavádějí do výroby těch našich "obyčejných" olejů. [4]

5.3 Palivo

Palivo kontroluje a dodává FIA. Jedná se o bezolovnatý benzín, který má oproti běžně používanému v osobních autech vyšší oktanové číslo. Všechny vozy tankují palivo ze společných sudů, proto mají standardizované plnicí hrdlo. Během tankování musí být vypnutý motor. V tankovací zóně, která je označena na vjezdu i výjezdu značkou s modrou pumpou, je omezena rychlost na 5 km/h. Palivová nádrž je z bezpečnostních důvodů vyrobena z materiálu vyztuženého kevlarom a ukryta ve schránce z karbonu, aby v případě havárie nebyla poškozena nebo nezačala protékat.

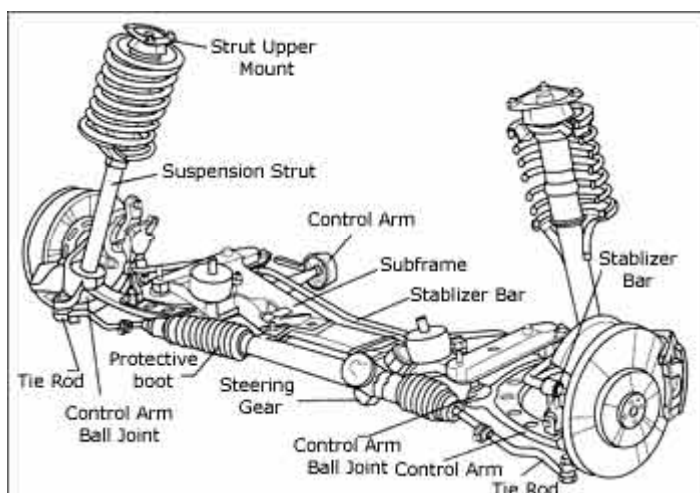
6. Podvozek

Hlavním úkolem správně pracujícího podvozku je udržení pneumatik v kontaktu se zemí, protože tření mezi pneumatikou a zemí ovlivňuje schopnost vozidla zatáčet, brzdit a akcelarovat. Dalším je pak tlumením nárazů při jízdě po nerovném povrchu a tím zajištění dostatečného pohodlí pro posádku. Podvozek vozu kategorie WRC je více než desetkrát tužší než u standardního silničního vozu. To znamená, že tlumiče zvládnou absorbovat obrovské síly, které vznikají při jízdě po nerovném terénu. Z toho plyne i volba materiálů tlumičů. Méně důležité části jsou vyrobeny z hliníku. Naopak důležité a více zatěžované části jsou z oceli.

6.1 Zavěšení

Pro lepší ovládání a „uhlazenou“ jízdu se používá systém nezávislého zavěšení kol. To znamená, že pokud najede jedno kolo na hrbol, neovlivní ostatní. Používá se k tomu zavěšení typu Mc Pherson s možností kombinace nastavení pružiny a tlumiče.

U tohoto zavěšení kol jsou kola ustavena příčným (většinou trojúhelníkovým) ramenem uchyceným pod osou kola, pružicí a tlumicí jednotkou a spojovací tyčí. Výhody této konstrukce jsou v malé neodpružené hmotě, robustní konstrukci spodního ramene a kompaktní stavbě. Konstrukce, která dostala název podle svého vynálezce, byla po desetiletí zdokonalována. [2]



Obr. 4 Náprava se zavěšením typu Mc Pherson [8]

6.2 Tlumiče

Tlumiče soutěžního vozu plní v principu stejnou úlohu, jako u kteréhokoli jiného vozu. Omezují vertikální pohyb zavěšení kola a zabraňují "skákáni" kol na nerovném povrchu. Zároveň se snaží udržet pneumatiku co nejvíce v kontaktu s tratí. Zejména na šotolinových a kamenitých tratích nabývá jejich dobrá funkčnost klíčového významu. To ale neznamená, že by na asfaltu byl jejich význam snižován.

Tlumiče jsou naplněny olejem a tlumícího efektu je dosahováno jeho průchodem přes soustavu malinkých otvorů při pohybu kola vzhůru a dolů. Tímto pohybem vzniká velké množství energie, která se mění v teplo a olej uvnitř tlumičů se zahřívá až k hodnotám okolo 200°C. Za vysokých teplot se samozřejmě mění viskozita oleje (stává se řidším) a tlumiče by mohly být stále měkčí a méně účinné. Velká pozornost je tedy věnována jejich účinnému chlazení a zároveň udržení výkonu za vyšších teplot. [4]

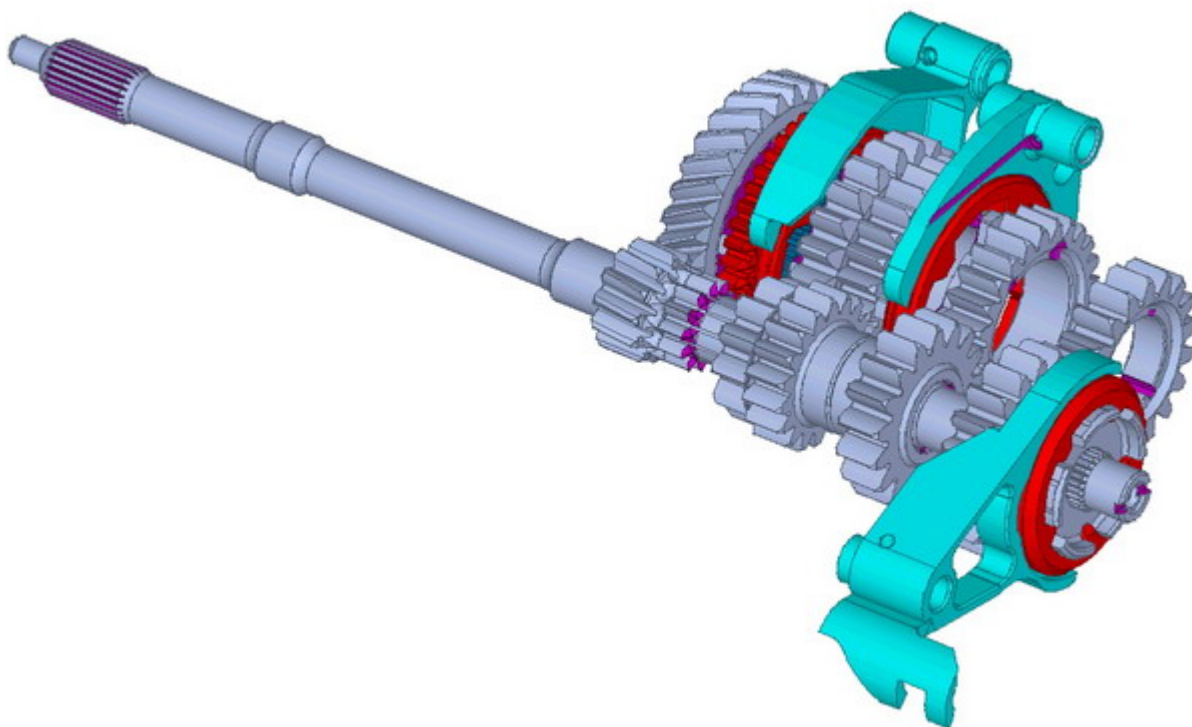
7. Převodovka

Přesnost a rychlost, s kterou řadící systém mění jednotlivé rychlostní stupně je zásadní pro dosažení co nejrychlejšího času na rychlostní zkoušce. Používá se sekvenční převodovka, která dovoluje změnit rychlost v rozmezí 40 - 50 milisekund. Komponenty použité v převodovce WRC jsou pevnější, lehčí a více odolné, aby mohly vzdorovat i těm nejděsivějším podmínkám, které lze najít ve světovém šampionátu.

Sekvenční převodovka se od klasické převodovky liší hlavně způsobem řazení. Na rozdíl od klasického "háčka" se u sekvenční převodovky řadí rychlostní stupně postupně po jednom nahoru nebo dolů, podobně jako u motorky. Řazení sekvenční převodovkou je rychlejší a většinou umožňuje řazení bez použití spojky. K sekvenčním převodovkám se také používají hydraulické systémy pro řazení pomocí joysticku nebo "pádel" pod volantem.

Nyní se společně v rychlosti podíváme, jak taková sekvenční převodovka funguje. V každé převodovce musí být alespoň dvě hřídele, z nichž jedna je hnací a druhá hnaná. Ty jsou navzájem spojeny ozubenými koly a každá dvojice ozubených kol tvoří jeden rychlostní stupeň. Převod každého stupně je dán počtem zubů na těchto kolech. Kola na hnací hřídeli jsou k ní připojená napevno, kdežto kola na hnané hřídeli se protáčí. V převodovce se proto neustále otáčejí všechna ozubená kola. Až zařazením rychlostního stupně dojde k pevnému spojení ozubeného kola na hnané hřídeli se samotnou hřídelí. Ke spojení dojde pomocí ozubené spojky. Ozubená spojka je spojena s hnanou hřídelí tak, aby se na hřídeli neprotáčela, ale mohla být posunutá řadící vidlicí. Až sem se klasická převodovka od sekvenční příliš neliší. Hlavní rozdíl je ve způsobu ovládání řadících vidlicí.

U klasické převodovky s ovládáním pomocí "háčka" jsou řadící vidlice posouvány po svých osách pomocí řadících táhel. Táhla jsou ovládána řadící pákou při jejím pohybu dopředu a dozadu. Výběr táhla a tím i řadících vidlicí na jiné ose je dán pohybem řadící páky do stran. To v praxi znamená, že na jedné ose jsou jedním táhlem spojené řadící vidlice zařazující první a druhý rychlostní stupeň, na druhé ose jsou jedním táhlem spojené vidlice zařazující třetí a čtvrtý rychlostní stupeň a tak dále.



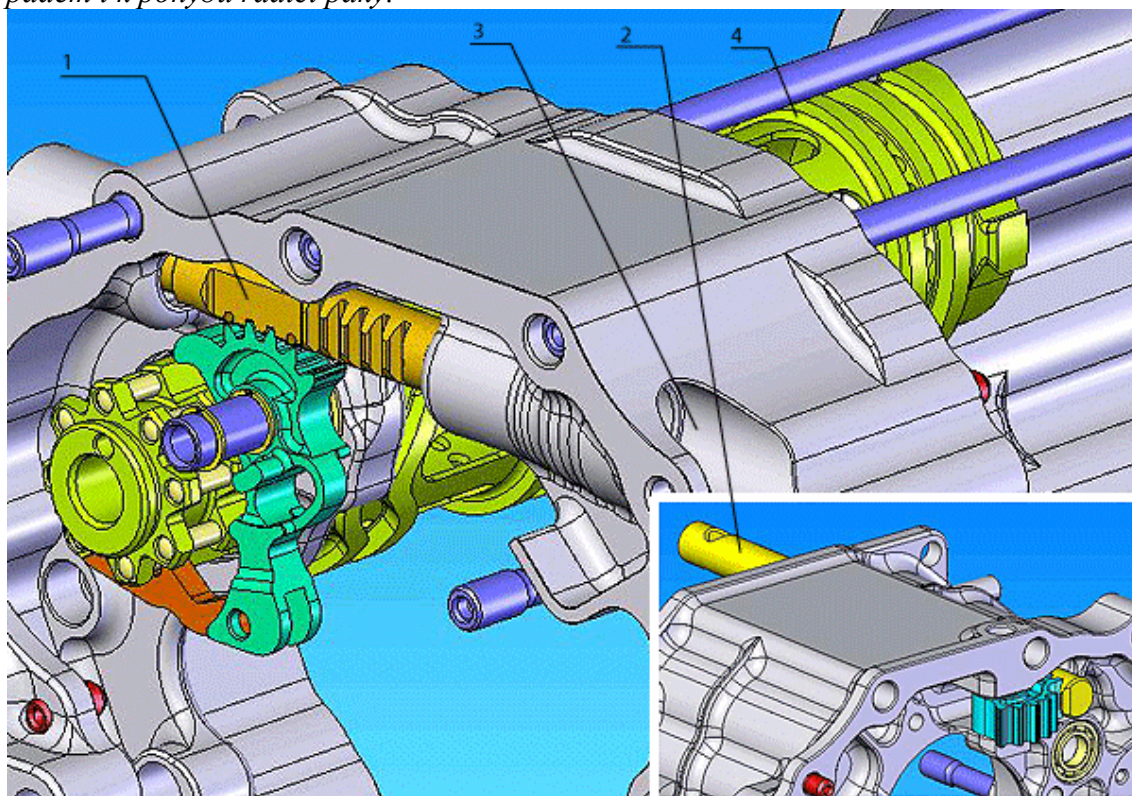
Obr. 5 Sekvenční převodovka Kaps Transmissions - zeleně jsou zobrazeny řadící vidlice a červeně ozubené spojky [7]

U sekvenční převodovky obstarává pohyb řadících vidlic řadící válec. Ten má v sobě vyfrézované zakřivené drážky, ve kterých jsou uchycené řadící vidlice. Pootočením válce do úhlu odpovídajícího vybranému rychlostnímu stupni dojde zároveň k natočení vodící drážky a vlivem jejího zakřivení i k posunu řadící vidlice po své ose. Zakřivení je navrženo tak, aby v mezích vychýleních došlo k posunutí ozubené spojky do polohy nutné k zařazení nebo naopak vyřazení rychlosti. Při každém natočení řadícího válce dojde k pohybu pouze jedné řadící vidlice. Jedna vidlice spíná dva rychlostní stupně, v každé mezní poloze jeden.

Jednotlivé převody jsou chráněné proti "vypadnutí" pomocí speciálních zámků. Ty drží zařazenou rychlost uzamčenou, dokud je motor v záběru. Aby sekvenční převodovka mohla vyřadit, je potřeba aby došlo ke snížení kroutícího momentu a tím i k uvolnění těchto zámků. To je řešeno tak, že řadící mechanismus (přímo v převodovce nebo u řadící páky) je vybaven snímačem, který během přeházení zajistí krátké odstavení výkonu motoru. To je realizováno přerušením vstřikování paliva a popřípadě i odpojením zapalování.

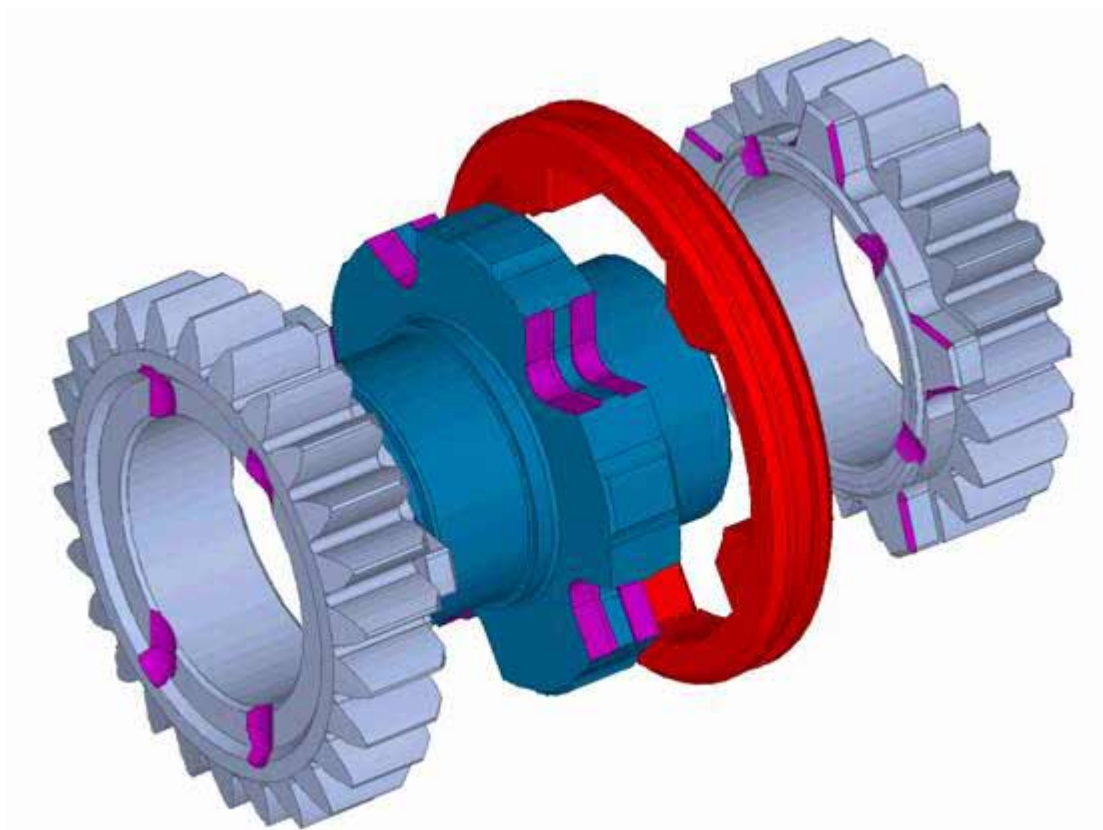
U sekvenčních převodovek je možné použít dva způsoby ovládání. První způsob je pomocí táhla napojeného na řadící páku na středovém tunelu. Druhý způsob je hydraulický pomocí joysticku nebo "pádel" pod volantem. Následující obrázek ukazuje mechanismus sekvenční převodovky Kaps Transmissions, který umožňuje oba dva způsoby ovládání. Pomocí táhla od páky řazení na středovém tunelu je posuvným mechanismem (2) ovládán hřebenový převod (1). Hřebenový převod (1) ovládá mechanismus pro natáčení řadícího válce. Ten se stará o to, aby se při každém přeházení řadící válec (4) natočil o přesně definovaný úhel a tím došlo k zařazení požadované rychlosti. Hydraulické ovládání je připojeno na ventily (3) na obou koncích hřebenového převodu (1) a ten pak funguje jako hydraulický píst. Ten je posouván tlakem z jedné nebo druhé strany. Z tohoto mechanismu je také patrná souvislost mezi

hydraulickým přerazením a současným pohybem řadicí páky na středovém tunelu tak, jak to známe z různých onboard záběrů. Hydraulickým posunutím hřebenového převodu (1) totiž dojde přes ozubené kolo také k pohybu uchycení táhla řazení (2) a tím pádem i k pohybu řadicí páky.



Obr. 6 Mechanismus sekvenční převodovky Kaps Transmissions: 1. Hřebenový převod ovládající mechanismus natočení válce. 2. Napojení mechanického táhla přes ozubené kolo k hřebenovému převodu (1). 3. Připojení hydrauliky pro ovládání hřebenového převodu (1). 4. Řadicí válec [7]

Nyní se podíváme na konkrétní parametry sekvenční převodovky Kaps Transmissions. Tato převodovka je konstruována k přenosu krouticího momentu maximálně do hodnoty 800Nm. Její váha je o 16kg nižší, než sériová převodovka montovaná do vozu Subaru Impreza. Zpátečku je možné zařadit z 1. nebo 6. rychlostního stupně. Převodovka má přímo v sobě zabudované hydraulické čerpadlo a díky systému vnitřních kanálků je minimalizován počet externích hadiček nutných k chodu převodovky. Proti "vypadávání" rychlostních stupňů je převodovka chráněna použitím systému řazení SIDU. Do řadicí páky, která je dodávána spolu s převodovkou, byl vyvinut systém EPS (electronic pressure sensor), který po uchopení řadicí páky vyše signál k odstavení výkonu motoru přerušením vstřikování paliva a popřípadě i odpojením zapalování. Odstavení výkonu je nutné k uvolnění systému SIDU. Potřebnou sílu nutnou k reakci systému EPS je možné nastavit pomocí počítače od 2kg do 5kg. Stejně tak je možné nastavit pro každý rychlostní stupeň dobu odstavení výkonu motoru. Tato doba je u každého rychlostního stupně jiná a závisí také na rychlosti řazení jezdce. Všechna tato nastavení umožňuje připojená řídicí jednotka, která také pro možnosti diagnostiky ukládá data jako je počet přerazení, nejpoužívanější rychlostní stupeň atd. Vývoj převodovky od prvního zadání trval 7 měsíců. [7]



Obr. 7 Řadící systém SIDU. Modrá část uprostřed je pevně spojená s hnanou hřídelí. Na ni jsou nasunutá ozubená kola. Posunutím červené ozubené spojky dojde ke spojení jednoho z ozubených kol se střední modrou částí [7]

Převodovky s variátorem jsou zakázány. Musí obsahovat maximálně 6 stupňů a 1 zpátečku. Skříň musí být povinně vyrobena z hliníkové slitiny. Minimální hmotnost kompletní převodovky (s namontovaným diferenciálem, bez držáků, bez oleje, bez spojky, bez vnějšího ovládání, bez hnacích hřídelí) je 35 kg. [14]

7.1 Spojka

Spojka je stejně jako u silničního vozu součástí převodového ústrojí. Ovšem pilot ji používá pouze při rozjezdu a během přejezdu. Má také stejnou funkci, tedy zamezit přenosu krouticího momentu mezi motorem a koly během změny rychlostního stupně. Dle předpisů FIA je stanoven minimální průměr spojky na 184 mm a třecí kotouč nebo kotouče nesmí být vyrobeny z karbonu.

7.2 Diferenciály

Diferenciál je mechanismus, který umožňuje přenášení krouticího momentu z jedné hřídele (hnací - motor) na dvě jiné (hnané - kola) i při změně jejich vzájemných otáček. To se děje především při průjezdu zatáčkou. Tehdy vnitřní kolo urazí kratší vzdálenost a to znamená, že by se bez použití diferenciálu otáčelo rychleji. Dříve bylo možné používat aktivní (elektronické) diferenciály, avšak ty jsou v dnešní době zakázány. Na voze WRC se nacházejí tři: přední, zadní a mezinápravový.

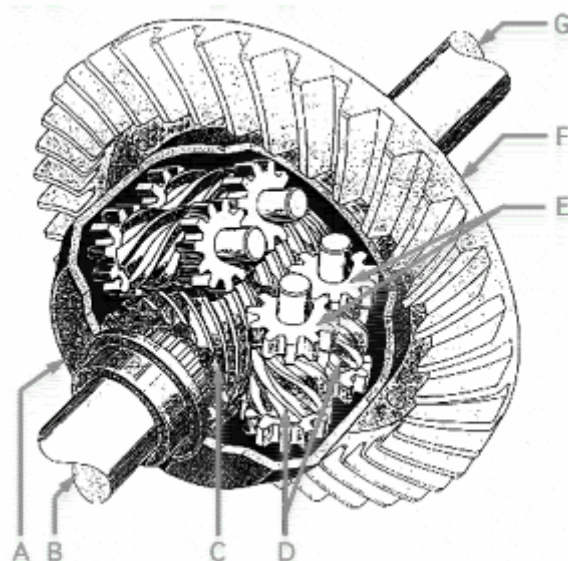
Existuje několik typů diferenciálů: jednoduchý otevřený diferenciál, klasický samosvorný diferenciál, diferenciály s omezenou svorností (tzv. LSD), diferenciál typu Torsen a samosvorný diferenciál s viskózní spojkou.

Otevřený diferenciál je nejrozšířenějším typem v motorových vozidlech. Je tvořen obvykle klecí se dvěma volně otočnými kuželovými ozubenými koly, která zabírají do ozubených kol na výstupních hřídelích. Celá klec je poháněna od převodovky. Přiváděný točivý moment se tak rozděluje na oba výstupy vždy rovným dílem, tj. v procentech 50:50 (například 1600Nm rozděluje na 800Nm+800Nm). Otevřený diferenciál nikdy neposkytne jednomu výstupu větší moment než druhému, bez ohledu na rozdíl jejich otáček, prokluz nebo zatížení kol. Pokud dojde ke snížení adheze jednoho kola natolik, že začne prokluzovat, sníží se jeho odpor proti otáčení a tím i přiváděný moment. To má však za následek i okamžité snížení momentu o stejnou hodnotu na druhém neprokluzujícím kole. Obě kola tak táhnou méně, jedno sice prokluzuje a točí se výrazně rychleji, ale momenty a tažné síly obou se nadále rovnají (např. 600Nm+600Nm, v procentech stále 50:50). Je zřejmé, že snížení tažné síly jednoho kola se tak projeví vlastně dvojnásobně a celkový tah auta výrazně poklesne. [3]

Vlastnosti samosvorného diferenciálu jsou dány jeho mechanickou účinností, tj. ztrátami vznikajícími vzájemným pohybem jeho hlavních dílů ozubených kol. Běžný souměrný diferenciál s kuželovými nebo čelními koly a přínými zuby má poměrně vysokou účinnost a může proto dělit točivý moment v poměru jen málo se lišícím od 1:1. Aby mohl na jednu stranu přenášet výrazně víc než 50% přiváděného momentu, musí mít nižší účinnost (resp. méně správně vyšší svornost). Toho se dosahuje jinými konstrukcemi diferenciálů, např. se šroubovými koly (Torsen), se vzpěrnými tělisky (kuličkový diferenciál), nebo jeho náhradou viskózní spojkou (diferenciál Ferguson), popř. doplněním lamelovou spojkou (brzdou) zatíženou pružinou, vyvolávající tření mezi vzájemně se otáčejícími lamelami.

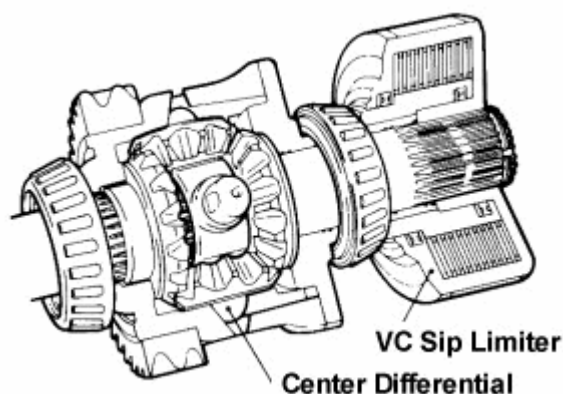
Samosvorný diferenciál s omezenou svorností konstrukčně vychází z otevřeného diferenciálu, obsahuje však navíc další přídavné uzavírací zařízení. Tímto zařízením může být např. sada pružin a spojky. Když se kola točí stejnou rychlostí, oba boční převody se otáčejí. Spojky nastupují, když se jedno kolo točí pomaleji než druhé. Spojky se snaží docílit toho, aby se kola otáčela stejnou rychlostí. Chce-li se jedno kolo otáčet rychleji než druhé, musí překonat odpor pružin a spojky. Tuhost pružin v kombinaci s třením spojky určuje, kolik točivého momentu je třeba, aby se tato snaha překonala. [5]

Diferenciál typu Torsen je dražší, ale účinnější. Byl vynalezen v roce 1958 Američanem Gleasmanem. Funguje jako otevřený diferenciál a uzávěrka v jednom. Využívá vlastností šnekového převodu, jenž může přenášet točivý moment ze šneku na šnekové kolo, ale nikoli naopak. Obsahuje pouze 8 pohyblivých součástí. Oproti samosvorným diferenciálům, které jsou založeny na třecích kotoučích, nevykazuje žádné opotřebení.



Obr. 8 Diferenciál typu Torsen: A: kryt diferenciálu; B, G: výstupní hřídele; C: šnekové kolo; D: šnekové převody; E: synchronizační převody; F: hypoidní kolo – z motoru [9]

Viskózní spojka je součást převodového ústrojí, zejména pohonu všech kol, často doplňující mezinápravový diferenciál, měnící jeho účinnost podle trakčních schopností předních a zadních kol. Je to vícelamelová spojka uzavřená ve skříni naplněné silikonovou kapalinou vysoké viskozity. Každá ze dvou sad lamel je spojena s jedním hnacím hřídelem. Jsou-li adhezní podmínky předních a zadních kol stejné, otáčí se spojka jako celek, popř. menší rozdíly vyrovnává pomalým vzájemným natáčením obou sad lamel. Se zvětšujícím se rozdílem otáček roste v závislosti na viskozitě kapaliny odpor proti vzájemnému otáčení lamel a větší část hnacího momentu se přenáší na kola s lepšími trakčními schopnostmi. Proti jiným samosvorným diferenciálům či mechanickým závěrům diferenciálů má viskózní spojka výhodu samočinnosti, plynulé změny účinnosti, je nehlukná a neopotřebovává se, neboť jednotlivé lamely nejsou v přímém styku, ale obaleny tenkou vrstvou kapaliny. Navíc působí jako tlumič záběru a chrání převodové ústrojí před rázy. Viskózní spojku tvoří dvě soustavy lamel vzájemně oddělených malými spárami a uložených ve skříni naplněné kapalinou vhodné viskozity. Používá se nejčastěji jako mezinápravový diferenciál nebo samosvorný diferenciál nápravový. [11]



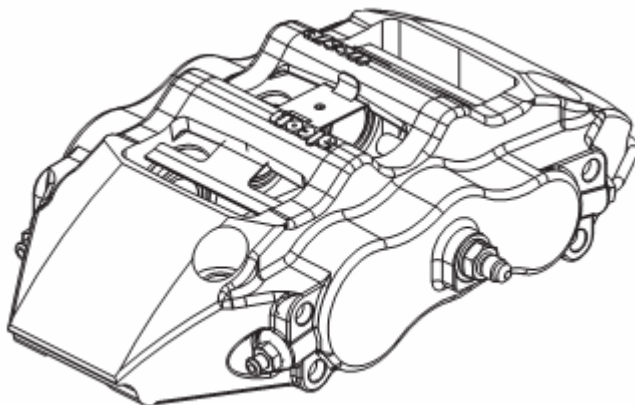
Obr. 9 Samosvorný diferenciál s viskózní spojkou- typická viskózní spojka (vpravo), která pracuje jako uzávěrka vedle mezinápravového diferenciálu. [9]

Vozy s pohonem všech čtyř kol mohou mít buď všechny tři diferenciály samosvorné, nebo dva samosvorné (obvykle zadní a mezinápravový) a jeden otevřený. První kombinace dovoluje rozdělit krouticí moment na dvě kola, která mají víc trakce než zbývající. Druhá minimálně na jedno.

8. Brzdy

Obecně jsou brzdy navrženy tak, aby zpomalily vůz, a to na principu mechanismu, který mezi sebou mění typy energie. Když vůz jede určitou rychlostí, má tomu odpovídající kinetickou energii. Při použití brzd jsou brzdné destičky přitlačovány pístem na disk. Destičky mají vysoký koeficient smykového tření. Při kontaktu s diskem se tedy vlivem tření mění kinetická energie na tepelnou. Brzdy se chladí, teplo disipuje do okolí a vozidlo zpomaluje.

Vůz specifikace WRC je oproti obyčejnému vozu osazen brzdovými kotouči z materiálu, který snese teplotu okolo 900°C. Samozřejmě i jejich rozměry jsou s ohledem na zatížení větší. Dodavateli brzdných systémů jsou firmy Alcon a Brembo. Ti vyvinuli a poskytují řadu brzdících i disků. Pro asfaltové soutěže, kde jsou na brzdy kladeny nejvyšší nároky, nabízí firma Alcon monoblock šestipístkový, šestidestičkový přední brzdící, vyrobený z vysoce pevného materiálu (80GPa).



Obr. 10 Šestipístkový brzdící Alcon [1]

Příklady použitých rozměrů - specifikace pro San Remo [4]:

Přední: Kotouče 366x32mm s vnitřním chlazením lopatkami, 24 drážek. Brzdíče monoblock se šesti titanovými pístky, chlazenými vodou, pro udržení teploty brzdové kapaliny v rozmezí 100-150°C.

Zadní: Kotouče 304x24mm s vnitřním chlazením lopatkami, 6 drážek. Stejně jako u předních brzdících, používají se i vzadu titanové pístky, ovšem chlazené pouze vzduchem.

9. Bezpečnost

V motoristickém sportu je otázka bezpečnosti velice zásadní, protože řidiči i spolujezdci jsou při jízdě ve vysoké rychlosti vystaveni značnému riziku. K nehodě může dojít jak jezdeckou chybou tak i vinou technické závady. Proto je důležité se především v tomto odvětví zabývat otázkou ochrany zdraví.

9.1 Bezpečnostní rám

Tento rám plní ve voze 2 funkce. Zaprvé chrání posádku v případě nehody a zadruhé zvyšuje pevnost karoserie. Jeho výroba je velice náročná. Sestává se ze speciálních ocelových trubek, jejichž délka je v rozloženém stavu více než 40 metrů. Vůz se musí kompletně „odstrojit“ až na holý kovový základ, než se může začít se svařováním rámu.

9.2 Přilba a HANS



Obr. 11 Systém HANS [7]

Ochrana hlavy se v motoristickém sportu objevila poprvé v padesátých letech a během let procházely přilby neustálým vývojem. Hi-tech materiály, větší odolnost proti nárazu a pohodlnost musí jít ruku v ruce. V případě rallye je třeba myslet také na nezbytnou komunikaci posádky. Pevnost přilby je zkoušena celou řadou testů, které prověřují, zda ochrana hlavy splňuje požadavky dané standardy Mezinárodní automobilové federace. Uznávanou normou je Snell SA 2000 standard, který uděluje nadace Snell Memorial Foundation. Založena byla v roce 1957 a pojmenována je po Williamu "Pete" Snellovi, který zahynul při závodech v roce 1956. Čím lehčí přilba je, tím méně namáhá krční svaly při akceleraci, brždění a v zatáčkách.

Nezbytnou kombinaci nízké hmotnosti a velké pevnosti umožňují dosáhnout kompozitní materiály, které se při konstrukci používají. Helma se skládá ze tří částí - skořepina, výplň a čalounění. Skořepina je vyrobena z uhlíkových vláken a kevlaru spojenými pryskyřicí. Polypropylen uvnitř skořepiny slouží k absorpci nárazů a je potažen ohnivzdornou tkaninou a antialergickým potahem se schopností vstřebávat pot.

Podle provedení váží takový komplet od 1,1 do 1,5 kilogramu včetně dorozumívacího zařízení.

Často diskutovanou otázkou v případě automobilových soutěží je typ přilby. Může být vpředu otevřená, tzv. „jet-style“ nebo uzavřená, jakou používají např. jezdci Formule 1 či MotoGP. Odborníci z řad fyzioterapeutů a osteopatů se přiklánějí spíše k uzavřenému typu. [4]

Systém HANS (Head And Neck Support = podpora hlavy a krku) byl zaveden do mistrovství světa v roce 2005. Jezdci jej nosí na ramenech a kolem zadní části krku. Je připojen k helmě dvěma řemínky a je navržen tak, aby při nehodě zamezil nadměrnému pohybu hlavy a tím ji i s krkem ochránil před vážným zraněním.

10. Pneumatiky

Pravidla udávají maximální rozměr pro šířku pneumatiky (9"/225.8mm), pro vnější průměr (650mm) a pro rozměr ráfku 18".

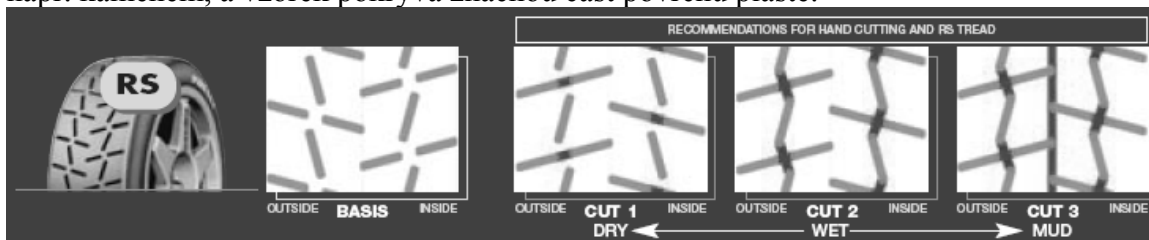
Pro soutěže na šotolině jsou rozměry kol omezeny následujícím způsobem:

- Pokud je šířka kola menší nebo rovna 6", jeho maximální průměr je omezen na 16".
- Pokud je šířka kola větší než 6", jeho maximální průměr je omezen na 15". [14]

Automatický systém pro úpravu tlaku pneumatiky během rychlostní zkoušky je zakázán. Ve voze může být pouze jedno rezervní kolo s pneumatikou. Při Rally Acropolis jsou povoleny dvě. Rally Monte Carlo a Švédská Rally mají odlišná pravidla určující rozměry, hmotnost a počet hrotů. Oficiálním dodavatelem obutí pro WRC je firma Pirelli.

10.1 Pneumatiky na asfalt, do mokra a na šotolinu

Dříve se na asfaltu pro kategorii WRC používaly hladké pneumatiky tzv. slicky. Dnes jsou pro suchý asfalt pneumatiky se vzorkem a drážky musí pokrývat aspoň 17% pláště. Do mokra se pak používají pneumatiky s drážkami především podélnými. Množství drážek vzorku se dá zvýšit ručním vyřezáním. To je speciální úkol pro odborníky, kteří při tom používají speciální vybavení a musí dodržet bezpečnostní pravidla. Na šotolinu jsou pneumatiky speciálně vytvrzeny, aby odolávaly proražení např. kamenem, a vzorek pokrývá značnou část povrchu pláště.



Obr. 12 Pneumatika na suchý asfalt s minimálním pokrytím povrchu drážkami. Zleva: Základní vzorek, doporučené vyřezání na suchý povrch, do mokra a do bláta. [12]

10.2 Sněhové pneumatiky

Šířka pneumatiky na sníh je pouze 145, nebo 155 milimetrů. Její povrch je osázen 360 až 400 hřebí. Ty se buď do pneumatiky zapouští už při její výrobě, nebo jsou dodatečně nastřelovány až v servisním parku. Část hřebu, která smí koukat z pneumatiky je omezena na 7mm. Díky hřebům je přilnavost pneumatik na sněhu a ledu obrovská a jezdci si tak mohou dovolit jezdit i na tomto povrchu do zatáček ve značné rychlosti. S mírnou nadsázkou se říká, že pneumatiky s hroty mají na sněhu a ledu větší přilnavost, než asfaltové gumy na suchém asfaltu. To hovoří za vše. [13]



Obr. 13 Sněhová pneumatika s hroty [13]

10.3 Tlak v pneumatikách

Tlak v pneumatikách je jedna z klíčových věcí, která má vliv na chování vozu a výkon pneumatiky na jednotlivých rychlostních zkouškách. Proto je před každou z nich kontrolován, případně měněn.

Vzduch je pro pneumatiky stejně zásadní jako třeba pro motor, nebo pro člověka samotného. Jeho nedostatek, nebo naopak nadbytek, má na chování pneumatik a celého vozu přímý vliv. Tlak vzduchu v pneumatikách roste se stoupající teplotou, a proto musí být neustále kontrolován. Rally je formou motoristického sportu, u kterého je rozmezí vhodného huštění pneumatik nejširší - přesahuje hranici 30%. [4]

Jak nahuštění pneumatiky ovlivňuje její výkon? Se zvyšujícím se tlakem se snižuje plocha, která se při jízdě dotýká vozovky. Pak se začíná pneumatika zahřívat. Důležité je tedy najít optimální nahuštění pro daný typ povrchu, teplotu vzduchu, zvolenou tvrdost pneumatiky atd. I posádka může ovlivnit tlak v pneumatikách. Už před rychlostní zkouškou si podle zvolené strategie nastaví požadovanou hodnotu tlaku (pokud mají v úmyslu začít v rychlém tempu hned po startu, zvolí vyšší tlak, pokud chtějí zrychlit až v průběhu měřeného úseku, odstartují s nižším tlakem). Během jízdy když jezdec cítí, že se pneumatiky přehřívají a tlak je vysoký, zpomalí na několik zatáček, aby se tlak stabilizoval.

11. Budoucnost

Z důvodů finanční krize odešly z mistrovství světa dvě automobilky: Subaru a Suzuki. FIA se snaží řešit situaci tím, že se od roku 2011 mistrovskou kategorií stane vůz specifikace S2000, který by měl být levnější než současné WRC. Kvůli úspoře nákladů bude omezen počet motorů, převodovek a dalších dílů. Motory budou mít omezeny otáčky na 8500 min^{-1} . Cílem toho je dostat do mistrovství světa více automobilek a sponzorů.

Zařízení na obnovu kinetické energie KERS (Kinetic Energy Recovery System), které se od letošního roku používá ve Formuli 1, by si podle prezidenta FIA Maxe Moselyho mělo také najít cestu i do mistrovství světa v rally. Společně s ním i zařízení zpětně využívající energii z výfuku a chladicího systému.

Další novinkou, která by se mohla objevit ve všech odvětvích motosportu je tzv. „světový motor“. Ten by měl mít obsah 1600 cm^3 , buď s turbodmychadlem, nebo bez něj. Začít používat by se měl od roku 2013. Snahou FIA je, aby se základ tohoto motor nemusel dále vyvíjet a tím snížit jeho finanční nákladnost.

Zavedení těchto technických novinek je zatím pouze ve fázi návrhů, není tedy jisté, jak nakonec budou vypadat sportovní regule. Doufejme, že všechny změny, které FIA chce s ohledem na snižování nákladů a větší uplatnění vyvíjených ekologických vylepšení z motosportu do sériových vozidel, budou ku prospěchu jak závodníků s inženýry, tak i diváků.



Obr. 14 Vůz Škoda Fabia specifikace S2000 [18]

12. Závěr

Už „obyčejný“ silniční automobil je komplexní a celkem složitý stroj. Než se z něj stane závodní speciál, stojí to hodně úsilí, času, kvanta návrhů, výpočtů, testování a hlavně finančních prostředků. Další problém pak nastává v případě provozních nákladů, které jsou také vysoké.

Jelikož se jedná o vrcholnou kategorii, získávají se přesné informace technického rázu velice těžko. S ohledem na tempo neustálého vývoje a konkurenci je to ale pochopitelné. V této práci jsem se snažil nastínit, princip použitých řešení součástí v jednotlivých oblastech fungování vozu.

Doufáme, že kategorie S2000 v budoucnu přiláká hojně počty diváků kolem tratí rychlostních zkoušek nebo k televizním obrazovkám a také hojně počty automobilek, které budou tyto sportovní speciály stavět. Obdobně jako vozy specifikace WRC.

13. Seznam použitých zdrojů

- [1] Alcon [online]. Dostupné z: <<http://www.alcon.co.uk>>.
- [2] Auta 5P [online]. Dostupné z: <<http://www.auta5p.eu>>. ISSN 1801-2035.
- [3] AutoRevue.cz [online]. Dostupné z: <<http://www.autorevue.cz>>.
- [4] BERÁNEK, Roman. MotorHome.cz [online]. Dostupné z: <<http://rally-irc.cz/rally>>. ISSN 1214-5963.
- [5] Citroen BX 1.9 GTi 16V – Diferenciály (Co je diferenciál a jak to vlastně všechno funguje?) [online]. Dostupné z: <<http://www.diopan.cz/citroenbx/diferencial.htm>>.
- [6] CITROEN Sport – Official site [online]. Dostupné z: <<http://www.citroen-wrc.com>>.
- [7] eWRC [online]. Dostupné z: <www.ewrc.cz>.
- [8] GAUR, Piyush. An Introduction To Automotive Suspensions Systems [online]. Dostupné z: <<http://www.scribd.com/doc/14042030/Suspension-Paper>>.
- [9] GEORGALLIDES, Tryphon. RallyCars [online]. Dostupné z: <<http://www.rallycars.com>>.
- [10] How Stuff Works [online]. Dostupné z: <www.howstuffworks.com>.
- [11] Katalog automobilů [online]. Dostupné z: <<http://katalog-automobilu.cz>>.
- [12] Pirrelli [online]. Dostupné z: <www.pirrellityre.com>.
- [13] RallyZone.CZ [online]. Dostupné z: <<http://rallyzone.cz>>.
- [14] Řády FIA příloha J, článek 255 – 2009 Zvláštní předpisy pro cestovní vozy (skupina A) [online]. Dostupné z: <<http://www.autoklub.cz/acr/fasacr/radyfia/prilohaj/255.pdf>>.
- [15] Shalco [online]. Dostupné z: <<http://homepage.virgin.net/shalco.com/index.htm>>.
- [16] SUZUKI WRC CHALLENGE [online]. Dostupné z: <http://www.globalsuzuki.com/motorsport_auto/WRC2008/wrc/e/index.html>.
- [17] World Rally Championship – Wikipedia, the free encyclopedia [online]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/World_Rally_Championship>.
- [18] WRC.auto.cz [online]. Dostupné z: <<http://wrc.auto.cz>>.